

УДК 911.6(502.31)

К ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ ДЛЯ СФЕРЫ АГРАРНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Волкова Е.С., Мельник М.А., Фузелла Т.Ш.

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
Томск, e-mail: elevolko@yandex.ru*

В статье апробируются методологические подходы к анализу опасных природно-климатических явлений в сфере аграрного природопользования южнотаёжной зоны Западной Сибири. Методика исследования предполагает определение степени превышения значений выбранных агроклиматических показателей над величинами, установленными в соответствующих нормативных документах. Комплексная оценка этих показателей с учетом степени их негативного воздействия на основные сельскохозяйственные культуры региона позволяет выявить пространственно-временные закономерности рисков растениеводства. Использование ГИС-технологий дает дополнительное преимущество для визуализации полученных результатов и районирования территории по степени проявления природных опасностей. Территориальная дифференциация по значению среднегодового количества дней с влажностью менее 30% показала, что неблагоприятные тенденции по увеличению засушливых дней наблюдаются в центральной части региона: юго-запад Томской, северо-запад Новосибирской и северо-восток Омской областей. Ветровая активность значительно увеличивается в восточной части южной тайги Западной Сибири. Интенсивность ливневой деятельности носит колебательный характер, наибольшее количество дней с ливнями зафиксировано в 2007 г., при этом ливневая активность возрастает в южных областях. Установлено, что для всей территории отмечается увеличение степени опасности большинства исследуемых природно-климатических явлений. Результаты проведенного анализа позволяют своевременно выявлять тенденции опасных природных процессов и разрабатывать регламентирующие требования к формированию стратегии устойчивого природопользования.

Ключевые слова: природные опасности, риски аграрного природопользования, южная тайга Западной Сибири

AN ASSESSMENT OF NATURAL HAZARDS IN THE SPHERE OF AGRICULTURAL NATURE MANAGEMENT IN SOUTH TAIGA OF WEST SIBERIA

Volkova E.S., Melnik M.A., Fuzella T.S.

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, e-mail: elevolko@yandex.ru

In the present study the methodological approaches have been approbated for the analysis of hazardous natural and climatic phenomena for the agricultural south-taiga zone of Western Siberia. Method of this research involves determining the extent of exceeding the values of selected agro climatic indices over the values specified by the relevant regulations. The comprehensive assessment of these indicators, taking into account their degree of negative impact on the main crops of the region reveals the spatiotemporal trend of plant production risks. For this purpose we use GIS technology that provides an additional advantage for the visualization of the results and zoning in the degree of manifestation of natural hazards. The territorial differentiation on annual average number of days with humidity less than 30% indicated that the most unfavorable is the central part of the region, including the south-west of Tomsk, Novosibirsk northwest and northeast of the Omsk region. And the wind activity is significantly increased in the eastern part of the southern taiga of Western Siberia. The intensity of storm activity has oscillatory sort, the greatest number of days with rainfall have been recorded in 2007 with storm activity increases in the southern regions. The increase in the degree of danger of most studied natural climatic phenomena for the entire territory have been determined. The results of the analysis allow to determine the trends of hazardous natural processes in time and elaborate the regulatory requirements for the formation of a strategy for sustainable environmental management of natural risk and danger are considered. Forest management risk and water use are in more details analysed.

Keywords: natural and climatic hazard, risks of agrarian nature management, south-taiga zone of Western Siberia

Аграрное природопользование – отрасль экономики, наиболее подверженная влиянию опасных природных явлений, и как следствие, обладающая большой степенью возможных рисков и ущербов. Возделывание сельскохозяйственных культур все еще во многом зависит от климатических факторов, несмотря на прогресс в селекции, позволяющий адаптировать растения к изменению природных условий. На территории Западной Сибири в последние десятилетия наблюдается увеличение количества неблагоприятных погодных явлений и связанных с ними рисков аграрного природопользования. Предполагается, что такая негативная тенденция в регионе сохранится

и в дальнейшем [6, 7]. На развитие аграрного сектора Западной Сибири отрицательное воздействие оказывает целый ряд природно-климатических факторов: активная ливневая деятельность, град, подтопление во время паводков, резкие колебания хода температур на почве в апреле, низкая влажность воздуха в период активной вегетации и т.д. По комплексу агроклиматических условий наиболее пригодной для развития растениеводства в таежной зоне является ее южная часть. Однако, как и для всей территории Западной Сибири, ей характерен целый спектр опасных и неблагоприятных природных явлений, которые приводят к значительным ущербам в сфере сельского хозяйства.

Объект и предмет исследования

Южная тайга Западной Сибири находится в центральной части территории России, на юге Западносибирской физико-географической страны. В состав подзоны южной тайги попадают южные части Тюменской, Томской областей, северные части Омской и Новосибирской областей. Климат умеренно-континентальный с жарким, достаточно увлажненным летом и холодным продолжительным зимним периодом. Здесь на подзолистых и дерново-подзолистых почвах преобладают темнохвойные леса из пихты, кедра и ели. На речных террасах встречаются сосновые боры. На плодородных междуречьях располагаются болотные массивы [3]. Эта территория интересна в том отношении, что из всей таёжной зоны только здесь повсеместно и успешно функционируют многие отрасли сельского хозяйства. В условиях континентального климата здесь возделывают яровую пшеницу, озимую рожь, овес, ячмень, лен, различные овощные и кормовые культуры.

В условиях возматования вероятности экстремальных гидрометеорологических явлений в южнотаежной зоне актуальной задачей становится комплексная оценка интенсивности проявления природных опасностей и районирование территории по степени их влияния на сферу аграрного землепользования.

Материалы и методы исследования

Для анализа временной динамики и пространственного распределения опасных природно-климатических явлений были использованы метеоданные за период с 2005 по 2013 гг. по 21 метеостанции, которые расположены в 5 субъектах Западносибирского федерального округа (Тюменская, Омская, Новосибирская, Кемеровская, Томская области). Из них наиболее продолжительные наблюдения за период с 1974 по 2013 гг. представлены для Томской области. Информационно-аналитическая база слагалась по данным Гидрометцентра России, отчетам о НИР, выполненным сотрудниками ЛСГ ИМКЭС СО РАН, картографическим источникам, отчетам Госкомстата и др.

Основная идея, используемая нами при оценке воздействия природно-климатической опасности на сферу аграрного землепользования, состоит в определении степени превышения значений выбранных показателей над величинами, установленными соответствующими нормативными документами. В частности, Гидрометцентр России дает определение опасного природного явления – это «гидрометеорологическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб» [2]. Исходя из перечня опасных агрометеорологических явлений, т.е. тех метеорологических, гидрологических явлений или их сочетаний, оказывающих негативное воздействие на производство сельскохозяйственной продукции, были выделе-

ны следующие опасные климатические факторы (F): заморозки, переувлажнение почвы, атмосферная засуха, низкая влажность воздуха, низкие температуры воздуха при отсутствии снежного покрова, половодье, ливневая деятельность, крупный град, низкая продолжительность вегетационного периода, сильная жара, частые дожди, очень сильный ветер [6].

Для интегрального анализа разнородные количественные величины приведены к единой бальной характеристике на основе оценочных шкал. Для каждого фактора методом экспертных оценок была разработана унифицированная бальная линейка от 0,1 до 1. Интегральные показатели, характеризующие степень негативного воздействия природных факторов на основные виды сельскохозяйственных культур, рассчитываются по формуле:

$$Da = \sum_{i=1}^{12} k_i \cdot P_i \cdot 100\%,$$

где Da – комплексный показатель агрометеорологической опасности (АМО) для каждой сельскохозяйственной культуры; P_i – значение факторов АМО (в баллах), k_i – весовой коэффициент, устанавливающий значимость каждого опасного агрометеорологического явления (принимает значения от 0 до 1 и $\sum_{i=1}^{12} k_i = 1$).

Поскольку возникновение природных опасностей имеет случайный характер и существенно меняется в пространстве и времени, то его оперативная визуализация может быть успешно реализована с помощью современных ГИС-технологий. Для обработки полученного массива данных, анализа и их визуального представления использовалось программное обеспечение ArcGIS 10.2, в рамках которого был создан региональный ГИС-проект «Опасные природно-климатические процессы, воздействующие на сферу аграрного землепользования в южной тайге Западной Сибири».

В предлагаемом исследовании создание пространственной модели динамики опасных процессов в среде ГИС-технологий включает в себя несколько этапов. Первый этап подразумевает сбор статистического материала и создания атрибутивных таблиц слоев, включающих необходимые пространственные объекты и атрибуты. Следующий этап предусматривает пространственную визуализацию имеющейся информации, районирование территории по видам природных опасностей и создание серии тематических карт. Для получения региональной пространственной оценки того или иного показателя опасности, его значения интерполировались с использованием инструментов дополнительного модуля ArcGIS Spatial Analyst. На заключительном этапе проводится анализ динамики опасных процессов с целью составления рекомендаций для мероприятий, предусматривающих заблаговременное предупреждение или уменьшение ущерба.

Результаты исследования и их обсуждение

Первоначальная комплексная оценка неблагоприятных для аграрного землепользования природных факторов показала, что для всей территории южной тайги отмечается увеличение степени опасности большинства исследуемых явлений.

Так, например, стало очевидно, что наибольший вклад в структуру природных опасностей по частоте проявлений вносят ливни. Ливневые дожди и грозы имеют наибольшую интенсивность в июле. Ливневая активность на исследуемой территории имеет неоднородное пространственное распределение: для Тюменской области среднегодовое количество дней с ливнями для разных метеостанций колеблется от 52 (ст. Ялуторовск) до 106 (ст. Тобольск) в год (рис. 1). Наблюдается значительная изменчивость данного неблагоприятного явления от года к году; за последнее десятилетие

наибольшее негативное влияние ливневая деятельность оказала в 2007 г., когда среднее по Тюменской области количество дней с ливнями составило 92 дня. В условиях усиления ливневой деятельности создаются благоприятные условия для интенсивного развития процессов оврагообразования и плоскостного смыва. Активные ливневые процессы разрушают верхний гумусовый горизонт, вымывают питательные вещества и способствуют эрозионным процессам. В конечном счете, это приводит к потере урожайности как зерновых, так и овощных культур.

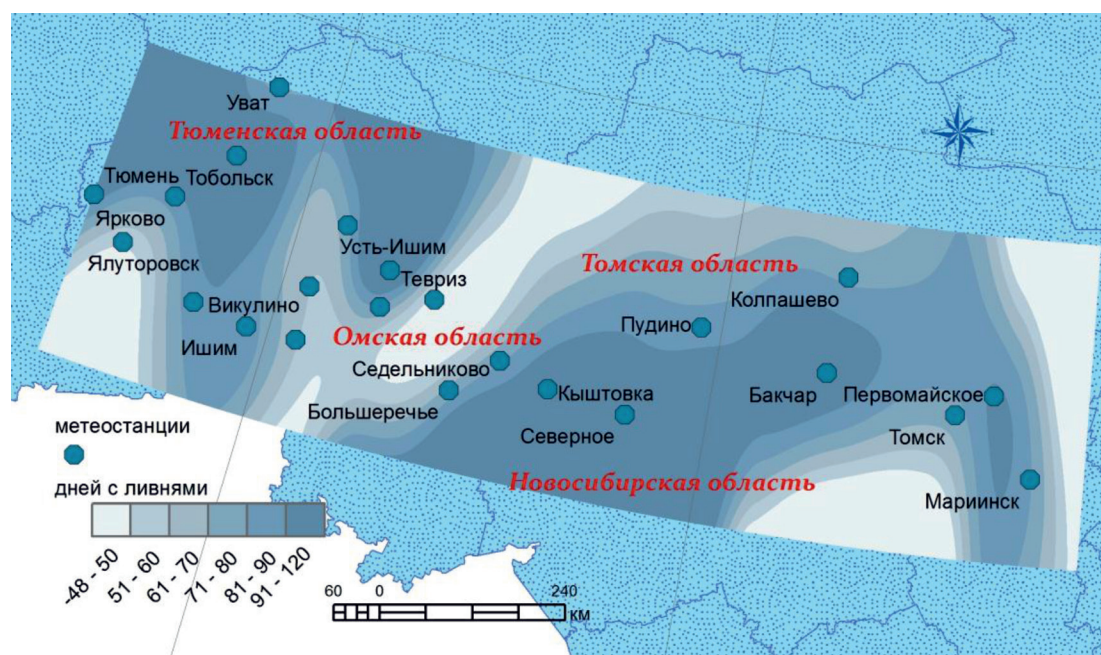


Рис. 1. Пространственное распределение среднегодовых значений ливневой активности на территории южной тайги Западной Сибири с 2005 по 2013 гг.

Другим сдерживающим фактором развития аграрного земледелия в тайге Западной Сибири является недостаточная обеспеченность территории теплоресурсами, хотя согласно метеорологическим данным в пределах этой подзоны можно возделывать не только раннеспелые сорта сельскохозяйственных культур, но и среднеспелые [5]. Тем не менее, таежная зона – зона действительно «рискованного земледелия», здесь нередки поздневесенние и раннеосенние заморозки. Во второй половине мая, а в некоторые годы в начале июня, на территории южной тайги вероятны возвраты холодов и резкие колебания температур надпочвенного слоя. Так в Томске в 2014 г. температура воздуха после устойчивого перехода через $+5^{\circ}\text{C}$ опускалась ниже 0°C 19 раз, и последний заморозок был зафиксирован

7 июня. Анализ метеоданных по заморозкам за вегетационный период показал наибольшую вероятность резкого падения ночных температур в конце мая.

В то же время в мае и первой половине июня отмечается противоположное опасное явление, как для лесостепи, так и для южной тайги – резкое повышение температуры. Это, с одной стороны, для отрасли растениеводства в условиях Западной Сибири является положительным фактором, так как появляется возможность раньше начинать полевые работы. С другой стороны, посев яровой пшеницы в более ранние сроки приводит к снижению урожайности. Это связано с тем, что критическая фаза развития растений в период дифференциации колоса совпадает с пиком высоких температур, в результате чего ростовые процессы

ускоряются и формируется меньшее количество колосков по сравнению с потенциальными возможностями [5].

В отдельные годы для всей территории характерны июльские засухи, которые могут длиться более 25 дней. Данные по аномально жаркой погоде свидетельствуют о том, что особенно засушливым был 2012 г., когда длительный период с высокой температурой и без осадков нанес значительный урон сельскому хозяйству всех областей. Отмечается, что средневзвешенные значения показателя засушливых дней с относительной влажностью воздуха менее 30% по областям колеблются от 0 до 52 дней в году. Анализ динамики этого фактора показывает устойчивое увеличение количества засушливых дней в вегетационный период, особенно заметен рост в Тюменской области по метеостанциям Уват, Ялуторовск, Голышманово; в Омской области – Большеречье, Большие Уки, Тевриз, Усть-Ишим. Более стабильное состояние наблюдается в Новосибирской области в районе метеостанции Кыштовка [6]. Несколько лет (2005, 2010) для всех станций были наиболее засушливы, когда оцениваемый параметр достигал величины 30–34 дня.

Существенное неблагоприятное воздействие на озимые культуры, многолетние травы и плодовые древесные растения оказывают низкие температуры воздуха при

отсутствии снежного покрова. Агрометеорологические условия для южной тайги Западной Сибири, при которых вымерзают сельскохозяйственные культуры, чаще всего наблюдаются в ноябре и в начале декабря, до образования снежного покрова, достаточного для защиты растений от мороза. Наиболее неблагоприятными в этом отношении были 2006 и 2012 гг., когда в течение более трех дней температура воздуха в ноябре опускалась ниже минус 30 °С.

Созданная база данных по градовой активности с мая по ноябрь за последние 10 лет позволила создать тематическую карту, которая отражает интенсивность града на территории южной тайги. Отмечается, что наибольшее количество случаев с градом наблюдается в мае. В это время появляются всходы многих культурных растений, что создает высокую степень опасности для земледелия. Наибольшее количество случаев наблюдается в Томской и на юго-западе Тюменской области.

Такой фактор как половодье наблюдается практически во всех исследуемых областях примерно 1 раз в 2–3 года. Ущерб, причиняемый этим видом опасности, достаточно высок. Внутрирайонные различия объясняются гидрографическими особенностями, наличием значительных болотных пространств, извилистыми и низкими берегами и т.д.

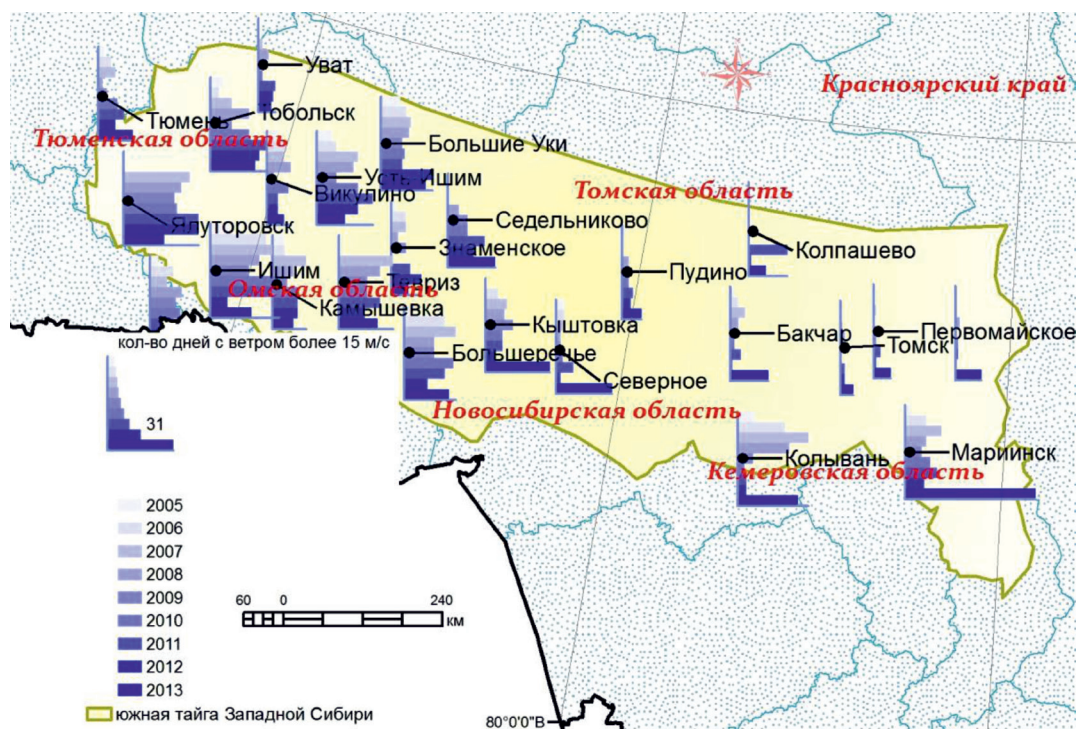


Рис. 2. Динамика ветровой активности на территории южной тайги Западной Сибири с 2005 по 2013 гг.

Помимо перечисленных выше категорий опасностей в южной тайге наблюдается весеннее увеличение количества случаев с бурными ветрами, вызывающее иссушение поверхностного слоя почвы в период активной вегетации. Так, по данным томских ученых, количество бурных ветров за последние 30–35 лет увеличилось на 30% [1, 4], что нашло подтверждение и в наших исследованиях (рис. 2). Если учитывать, что пороговые эрозионные значения скорости ветра для почв южной тайги составляют от 5–6 м/с до 9–12 м/с, а наибольшая повторяемость случаев с эрозионно-опасными ветрами приходится на весну и осень, то степень опасности ветровой эрозии почти на всей территории характеризуется как повышенная.

Выводы

Таким образом, интегральный пространственно-временной анализ агроклиматических параметров позволяет охарактеризовать южную тайгу Западной Сибири как территорию с достаточно высокой степенью проявления опасностей природного характера. Создаваемый коллективом авторов ГИС-проект «Опасные природно-климатические процессы, воздействующие на сферу аграрного землепользования в южной тайге Западной Сибири» способствует организованному эффективному доступу к большому объему информации о неблагоприятных и опасных природных процессах и о сельскохозяйственных объектах, находящихся в зоне их негативного влияния.

На основе полученной аналитической информации и картографического отображения становится возможным предупреждение о неблагоприятных или опасных процессах различного генезиса, слежение за их развитием, прогнозирование и составление рекомендаций по адаптации к негативным условиям для конкретных видов природопользования. Дальнейшее развитие ГИС-проекта предполагает расширение временных границ наблюдений и вовлечение в базу данных большего количества метеостанций, а также анализ корреляционных связей между опасными природно-климатическими условиями лет и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Евсеева Н.С., Ромашова Т.В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области). // Вестник Томского государственного университета, 2011. – 353. – С. 199–204.
2. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. Министерство природных ресур-

сов и экологии Российской Федерации. РД 52.88.699 – 2008, http://accident.perm.ru/files/docs/articles/52_88_699_2008.pdf.

3. Раковская Э.М., Давыдова М.И. Физическая география России (учебник для вузов в 2 ч.). – Ч.2: Азиатская часть, Кавказ и Урал. – М.: ВЛАДОС. – 2003. – 297 с.

4. Слуцкий В.И. Ветроэнергетические ресурсы. // Кадастр возможностей. / Под редакцией Б.В. Ликутина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.

5. Шаманин В.П., Моргунов А.И., Петуховский С.Л., Трущенко А.Ю., Пототская И.В., Краснова Ю.С., Каракоз И.И., Пушкарев Д.В. Потепление климата и урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: www.science-education.ru/115-11919 (дата обращения: 31.10.2014).

6. Volkova E.S., Melnik M.A., Fuzella T.Sh. Visualization of spatial and temporal distribution of natural hazards for the southern taiga of western siberia using gis technology // 5th Jubilee International Conference on Cartography & GIS 5 ICC GIS, 15–21 June 2014, Varna, Bulgaria, P. 748–755.

7. Nevidimova O., Volkova E. Major trend of climate and their implications for environmental management in the central regions of Western Siberia // SGEM 2011: 11-th International Multidisciplinary Scientific GeoConference «SGEM 2011» – 20–25, June, 2011. – Bulgaria, Albena, 2011. – Vol. II. – P. 1233–1236.

References

1. Evseeva N.S., Romashova T.A. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Vestnik of Tomsk State University*. 2011, 353, pp. 199–204.
2. Polozhenie o poryadke deystviy ucherezhdений I organizatsiy pri ugroze vozniknoveniya i vozniknovenii opasnykh prirodnikh yavleniy. Ministerstvo prirodnih resursov b ekologii Possiyskoy Federatsii. RD 52.88.699 (Regulations on the order of actions of institutions and organizations with the threat of the emergence and occurrence of natural hazards. Ministry of Natural Resources and Environment. 52.88.699). Available at: http://accident.perm.ru/files/docs/articles/52_88_699_2008.pdf.
3. *Rakovskaya E.M., Davydova M.I. Fizicheskaya geografiya Rossii* [Physical geography of Russia]. Moscow, VLADOS, 2003. p. 297.
4. *Slutskiy V.I. Kadastr vozmozhnostey. Pod redaktsiyei Likutina B.V.* [Cadastr of opportunities. Edited Likutin B.V.]. Tomsk, NTL, 2002. p. 280.
5. Shamanin V.P. Morgunov A.I., Petukhovskiy S.L., Trushchenko A.YU., Pototskaya I.V., Krasnova YU.S., Karakoz I.I., Pushkartv D.V. *Contemporary problems of science and education*, 2014, no 1, available at: www.science-education.ru/115-11919.
6. Volkova E.S., Melnik M.A., Fuzella T.Sh. Visualization of spatial and temporal distribution of natural hazards for the southern taiga of western siberia using gis technology // 5th Jubilee International Conference on Cartography & GIS 5 ICC GIS, 15–21 June 2014, Varna, Bulgaria, pp. 748–755.
7. Nevidimova O., Volkova E. Major trend of climate and their implications for environmental management in the central regions of Western Siberia // SGEM 2011: 11-th International Multidisciplinary Scientific GeoConference «SGEM 2011» – 20–25, June, 2011. – Bulgaria, Albena, 2011. Vol. II, pp. 1233–1236.

Рецензенты:

Головацкая Е.А., д.б.н., старший научный сотрудник, ИМКЭС СО РАН, г. Томск;
Дюкарев А.Г., д.г.н., заведующий лабораторией мониторинга лесных экосистем, ИМКЭС СО РАН, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.